

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000559

International filing date: 19 January 2005 (19.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-013107
Filing date: 21 January 2004 (21.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 March 2005 (17.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

24. 1. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 2 1 日
Date of Application:

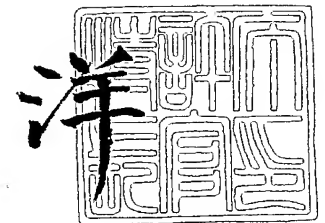
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 1 3 1 0 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 1 3 1 0 7]

出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2033750267
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01M 08/00
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 柴田 礎一
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 浦田 隆行
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 菅原 靖
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 梅田 孝裕
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 森田 純司
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 羽藤 一仁
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 北野 幸信
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100072431
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石井 和郎
【選任した代理人】
 【識別番号】 100117972
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 河崎 眞一
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 066936
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0114078

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

燃料電池と、前記燃料電池のアノードに燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、前記燃料電池のカソードに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料電池のアノードおよび／またはカソードに不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段と、前記燃料電池のアノードの入口側流路の圧力 P_a およびカソードの入口側流路の圧力 P_c を測定する手段とを具備し、前記燃料電池の起動または停止時に前記不活性ガス供給手段により前記燃料電池内の燃料ガスおよび／または酸化剤ガスを不活性ガスと置換するパージ動作をするように構成された燃料電池システムであって、差圧 $\Delta P = P_a - P_c$ と定義したとき、運転状態における差圧 ΔP_o と、パージ中の差圧 ΔP_p が、 $0 < \Delta P_o \times \Delta P_p$ の関係を満足することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

ΔP_o と ΔP_p が $|\Delta P_p| \leq |\Delta P_o|$ の関係にある請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記燃料電池のパージ中における P_a および P_c の値によって前記燃料電池に供給する不活性ガスの供給量を増減させる制御手段を具備する請求項 1 または 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記燃料電池からの排出ガスの出口側流路の内径を変化させる手段と、前記燃料電池のパージ中における P_a および P_c の値によって前記内径を変化させる手段とを具備する請求項 1 または 2 記載の燃料電池システム。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体高分子型燃料電池を用いて発電を行う燃料電池システムに関するものである。

【背景技術】

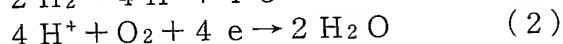
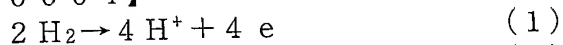
【0002】

燃料電池は、基本的には、イオン伝導性を持つ電解質を挟む一对の電極であるアノードとカソードと、これらを挟持するアノード側セパレータとカソード側セパレータとから構成される。アノード側セパレータはアノードに燃料を供給する流路を有し、カソード側セパレータはカソードに酸化剤を供給する流路を有する。アノードに燃料、例えば、水素ガスあるいはエタノールなどを供給し、カソードに酸化剤、例えば、酸素あるいは空気を供給して、これらの反応物質が持つ化学エネルギーを各電極上で起こす酸化あるいは還元反応により電気エネルギーに変換し、電流を抽出する。

【0003】

このような燃料電池の中には、電解質として水素イオン伝導性を持つ高分子膜を用い、燃料として水素あるいは水素を主成分とする混合ガスを用い、酸化剤として酸素あるいは空気などのガスを用いた型がある。この燃料電池では、アノード上で水素ガスが式（1）の反応により酸化されて電子と水素イオンを発生する。水素イオンは固体電解質膜中を移動してカソード側に達する。一方、電子は外部回路を通過してカソードに達し、カソードにある酸素と電子および水素イオンが式（2）の反応により還元されて水を生成する。

【0004】



【0005】

この燃料電池の電解質である固体高分子膜は、湿潤状態でのみイオン導電性を発揮する。このため、高い発電性能を維持するには式（2）の反応で生成する水分のみでは不十分であり、外部より水分を補給する必要がある。一般的には、燃料電池の本体内部あるいは外部に設置された燃料電池に供給されるガスを加湿するための装置に通すことで、燃料電池の運転に必要な水分を供給する方法がとられる。

【0006】

また、この燃料電池の運転温度は、電解質である固体高分子膜の耐熱性能による制約を受けるため、通常90℃以下である。しかしながら、式（1）および（2）の反応は90℃以下の環境では起こりにくいため、前述のアノードおよびカソードはこれらの反応を活性化させる作用を持つ触媒を備える必要がある。したがって、この燃料電池のアノードおよびカソードには、触媒能が高い白金が用いられている。

【0007】

この燃料電池を備えた従来の燃料電池システムの一例として、図1に示した構成を持つシステムがある（例えば、特許文献1参照）。すなわち、このシステムは、水素供給手段11から供給される水素と、空気供給手段12から加湿器13を通して加湿されて供給される空気中の酸素とを反応させて発電する燃料電池10を備える。電極反応の熱を回収するために燃料電池10に冷却水を循環させるポンプ16と、燃料電池10で発電した直流電量を交流に変換するインバータ25とを備えている。ポンプ16によって循環する冷却水は、燃料電池で得た熱エネルギーを熱交換器19で放出する。一方、ポンプ17によって循環する貯湯槽18内の水は熱交換器19から熱を吸収し、温水として貯湯槽18中に貯蔵される。

【0008】

この従来のシステムでは、燃料電池10の燃料ガス入り口14aに連なる流路および空気入り口15aに連なる流路には三方弁21および22がそれぞれ設けられている。燃料

電池 10 の運転停止時には、不活性ガスポンペ 20 より不活性ガスを燃料ガス流路および空気流路に供給できる構造になっている。14b は燃料ガスの出口、15b は空気の出口である。

【0009】

この例に代表される燃料電池システムは、燃料ガスの化学エネルギーを効率的に使用するために、供給先の電力需要に応じて運転出力を変化させたり起動停止を繰り返したりする必要がある。しかしながら、発電源である燃料電池を起動停止させる場合、以下の問題によりアノードまたはカソードのどちらか、あるいは両方のガスを不活性ガスと置換させる、すなわち不活性ガスでパージする必要がある。

【0010】

まず、起動停止時の問題点として、第一に安全性の観点から停止中の燃料電池中より水素ガスを除去する必要があることが挙げられる。これは、アノードとカソードを隔てている固体高分子膜が酸素ガスや水素ガスを透過するため、燃料電池の運転停止状態が長時間維持された場合、水素と酸素が混ざり合った状態となるためである。

【0011】

第二に、発電効率の観点からカソード中の酸素ガスを除去する必要があることが挙げられる。これは、無負荷状態でカソード中に酸素が存在する場合、カソードが標準水素電極電位に対して約 1 V の電位となり、この電位によって電極触媒である白金の酸化反応や溶解反応が起こることから、電極の触媒能が低下するためである。

【0012】

第三に、起動の安定性の観点から、アノードおよびカソード中の水蒸気を除去する必要があることが挙げられる。これは、燃料電池に供給されるガスは加湿されており、さらに式 (2) の反応による生成水が加わることで、燃料電池内部のガスは運転時の温度において相対湿度が 100% に近い状態となっている。燃料電池の運転温度は通常 60℃～80℃ であるが、燃料電池の停止時には室温付近まで燃料電池内部に滞留しているガスが冷却される。このため、ガス中の水分が凝集する。燃料電池の起動時には、燃料電池の温度が低い状態であるため、この凝集水は液体の状態で電池内にとどまっている。この凝集した水分による白金表面の被覆や、多孔体であるガス拡散層の孔の目詰まり、セパレータのガス流路の閉塞が起こることによってガスの拡散が阻害され、起動時の発電が安定しない。

【0013】

これらの問題を解決するためのパージ方法としては、図 1 にあるようにシステムに窒素ガスなどの不活性ガスポンペ 20 を搭載し、燃料電池 10 の燃料ガス入り口 14a 側の流路および空気の入り口 15a 側の流路より、ポンペの圧力を動力として、燃料電池が停止する時に不活性ガスを供給する方法が最も一般的である。その他にも、冷却水によりパージする方法（例えば、特許文献 2）や、カソード排出ガス中の酸素を除去した後、燃料電池に再度供給する方法（例えば、特許文献 3）、燃料である水素と空気を燃焼させた後、燃料電池に供給する方法（例えば、特許文献 4）などが過去に提案されている。

【特許文献 1】特開平 11-214025 号公報

【特許文献 2】特開平 06-251788 号公報

【特許文献 3】特開平 06-203865 号公報

【特許文献 4】特開 2002-50372 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

従来技術のパージの目的は、停止中に燃料電池中に存在するガスを不活性ガスに置換することである。また、燃料電池の起動停止特性を考えると、パージ時間はできるだけ短いことが望まれる。したがって、これらの要求を満たすパージ条件として、大流量の不活性ガスを供給することで、短時間で燃料電池内のガスを置換するパージ方法が望ましいことになる。

しかしながら、運転時に供給されるガス量とパージ時に供給されるガス量の間大きな

差があると、燃料電池内においてアノードとカソードの間の差圧が急激に変化することが問題となる。

【0015】

この型の燃料電池では、通常数十 μm の厚みの固体高分子膜が用いられている。この固体高分子膜は、電解質としての機能の他に、アノードの燃料ガスとカソードの酸化剤ガスを隔離する機能も要求される。アノードとカソード間の差圧により、固体高分子膜は常に歪みを持った状態となっている。この歪み量の急激な変化が固体高分子膜の強度を低下させるため、日々の運転による起動停止の繰り返しにより固体高分子膜が破損にいたる期間が短くなる。特に、運転中とパージ中のアノードとカソードの圧損の大小が逆転すると、固体高分子膜がアノード側からカソード側へと振動することになるため、固体高分子膜の強度が著しく低下してしまう。すなわち、従来技術のパージ方法にあるように、差圧の制御を行わないパージを繰り返すことにより、燃料電池の長期信頼性が低下してしまうことが課題であった。

【0016】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、アノードの燃料ガスとカソードの酸化剤ガスの圧力を測定し、その測定値に応じ、アノードあるいはカソードの圧力を制御することにより、起動停止が繰り返される燃料電池の長期信頼性を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0017】**

上記課題を解決するため、本発明の燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池のアノードに燃料ガスを供給する燃料ガス供給手段と、前記燃料電池のカソードに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料電池のアノードおよび／またはカソードに不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段と、前記燃料電池のアノードの入り口側流路の圧力 P_a およびカソードの入り口側流路の圧力 P_c を測定する手段とを具備し、前記燃料電池の起動または停止時に前記不活性ガス供給手段により前記燃料電池内の燃料ガスおよび／または酸化剤ガスを不活性ガスと置換するパージ動作をするように構成された燃料電池システムであって、差圧 $\Delta P = P_a - P_c$ と定義したとき、運転状態における差圧 ΔP_o と、パージ中の差圧 ΔP_p が、 $0 < \Delta P_o \times \Delta P_p$ の関係を満足する。

【0018】

ここで、 ΔP_o と ΔP_p が $|\Delta P_p| \leq |\Delta P_o|$ の関係にあることが好ましい。 $\Delta P_o = \Delta P_p$ の関係にあることがより好ましい。

また、 ΔP_o と ΔP_p の関係を制御するため、前記燃料電池のパージ中における P_a および P_c の値によって前記燃料電池に供給する不活性ガスの供給量を増減させる制御手段を具備するのが好ましい。

前記燃料電池からの排出ガスの出口側流路の内径を変化させる手段と、前記燃料電池のパージ中における P_a および P_c の値によって前記内径を変化させる手段とを具備することが好ましい。

本発明によって、燃料電池の起動または停止時に行われるパージ中の差圧を望ましい状態となるように制御することが可能となる。

【発明の効果】**【0019】**

本発明による差圧 ΔP を制御しての起動あるいは停止時のパージ動作によれば、パージの際に生じる固体高分子膜の強度低下を抑制することが可能である。したがって、起動・停止をとまなう長期運転において、高い信頼性を持つ燃料電池システムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0020】**

以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

《実施の形態1》

図 2 は、本発明の実施の形態 1 による燃料電池システムを示す構成図である。

実施の形態 1 における燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスを用いて発電を行う固体高分子型の燃料電池 10 と、天然ガスなどの原料を水蒸気改質し、水素リッチなガスを生成して燃料電池 10 に供給する水素供給手段 11 と、酸化剤ガスとして外気を取り込める空気供給手段 12 と、取り込んだ空気に必要な湿度を与える加湿器 13 とを備える。また、燃料電池 10 が発電時に発生する熱を回収するための冷却水を循環させるポンプ 16 と、その冷却水で回収した熱エネルギーを回収・貯蔵するための熱交換器 19、貯湯槽 18 と、その冷却水で回収した熱エネルギーを回収・貯蔵するための熱交換器 19、貯湯槽 18 および貯湯槽 18 内の水を熱交換器 19 をとおして循環させる循環ポンプ 17 と、燃料電池 10 で発電した直流電量を交流に変換するインバータ 25 とを備える。さらに、運転停止時に燃料電池 10 に不活性ガスを供給するための不活性ガスボンベ 20などを備える。

【0021】

以上の構成要素は、従来技術のシステムと同じであるが、本実施の形態では、燃料ガスの入り口 14 a 側の流路および空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を測定するための圧力計 31 および 32 と、それぞれの入り口に供給される不活性ガスの流量を制御するためのマスフローコントローラ 33 および 34 と、圧力計 31 および 32 で測定された圧力を記憶し、その値によってマスフローコントローラ 33 および 34 を制御するための制御器 30 をさらに備える。

ここで不活性ガスとは、ヘリウムやアルゴンなどの希ガス類、窒素、脱硫後の天然ガスや水蒸気など、0℃～100℃の高湿雰囲気下の白金上で単極となりうる酸化還元反応を起こさないガスを指す。

【0022】

実施の形態 1 における運転停止時のパージのシーケンスは以下の通りである。
外部回路の電力需要がなくなり、燃料電池システムに対して停止信号が発せられたとき、まず、燃料電池システムは最小出力まで出力を落とす。このときマスフローコントローラ 33 および 34 の流量は制御可能な最小流量の値に設定する。燃料電池内のガスの流れを安定させるために最小出力状態で一定時間維持した後、圧力計 31 および 32 で観測されている燃料ガス入り口 14 a および空気入り口 15 a の圧力を制御器 30 で記録する。
次に、インバータ 25 への電気回路をオープンにした後、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を停止する。

【0023】

次に、制御器 30 で記録した圧力の大小を比較し、圧力の大きい方の入り口、例えば 14 a に接続している不活性ガス流路の弁 21 を開放し、マスフローコントローラ 33 により目的の流量となるまで段階的に流量を上昇させる。

次に、もう一方の入り口、例えば 15 a に接続している不活性ガス流路の弁 22 を開放し、同様に段階的に流量を上昇させる。そして、パージ中の両入口側流路の圧力の差の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の圧力の差の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときの流量を維持する。

この状態で不活性ガスを燃料電池内に所定時間供給した後、不活性ガス供給時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 15 a に接続している不活性ガス流路の弁 22 を閉じ、次いでもう一方の入り口、例えば 14 a に接続している不活性ガス流路の弁 21 を閉じる。以上が、燃料電池停止のシーケンスである。

【0024】

再起動時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路よりの電力需要が発生し、燃料電池システムに対して起動信号が発せられたとき、まず、マスフローコントローラ 33 および 34 の流量を制御可能な最小流量の値に設定する。次に、制御器 30 で前回停止時に記録した圧力の大小を比較し、圧力の大きい方の入り口、例えば 14 a に接続している不活性ガス流路の弁 21 を開放し、マスフローコントローラ 33 により目的の流量となるまで段階的に流量を上昇させる。次に、もう一方の入り口、例えば 15 a に接続している不活性ガス流路の弁 22 を開放し、同様に段階的

に流量を上昇させる。そして、パージ中の差圧の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の差圧の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときの流量を維持する。

この状態で不活性ガスを燃料電池内に所定時間供給した後、不活性ガス供給時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 15 a に接続している不活性ガス流路の弁 22 を閉じ、次いでもう一方の入り口、例えば 14 a に接続している不活性ガス流路の弁 21 を閉じる。

【0025】

次に、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を起動し、これらの燃料ガスおよび空気が燃料電池 10 内に十分に行き渡る時間だけ、この状態を保持した後、インバータ 25 への電気回路をクローズにし、発電を開始する。以上が、燃料電池起動のシーケンスである。

【0026】

上記起動停止のシーケンスにおいて、後から供給される入り口、例えば 15 a の圧力は先に供給された入り口、例えば 14 a の圧力と同圧になるまで昇圧した方がさらに望ましい。

【0027】

実施の形態 1 における燃料電池システムの構成およびパージ方法をとると、運転中およびパージ中を通じて、燃料電池 10 中の固体電解質膜は常に一方向より差圧による力を受けることになり、振動による強度劣化の促進が起こらない。したがって、起動停止をともなう長期運転において信頼性の高い燃料電池システムを提供することができる。

【0028】

《実施の形態 2》

図 3 は、本発明の実施の形態 2 による燃料電池システムを示す構成図である。

実施の形態 2 における燃料電池システムは、実施の形態 1 で説明した従来技術のシステムの中で、不活性ガスボンベ 20 に代わり、ブロワー 41 および 42 によってシステム外より導入した空気を、燃焼機 43 および 44 を通すことで空気中の酸素を消費する処理により不活性ガスである窒素ガスを作り、これをパージガスとして燃料電池に供給できる構成となっている。さらに、燃料ガスの入り口 14 a 側の流路と空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を測定するための圧力計 31 および 32 と、圧力計 31 および 32 で測定された圧力を記憶し、その値によってブロワー 41 および 42 の出力を制御するための制御器 30 を備えている。

【0029】

実施の形態 2 における停止時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路の電力需要がなくなり、燃料電池システムに対して停止信号が発せられたとき、まず、燃料電池システムは最小出力まで出力を落とす。続いて、燃料電池内のガスの流れを安定させるために最小出力状態で一定時間維持した後、圧力計 31 および 32 で観測されている燃料ガスの入り口 14 a 側の流路および空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を制御器 30 で記録する。

次に、インバータ 25 への電気回路をオープンにした後、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を停止し、燃焼機 43 および 44 を着火する。

【0030】

次に、制御器 30 で記録した圧力の大小を比較し、圧力の大きい方の入り口、例えば 14 a に接続しているブロワー 41 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 21 を開く。そして、ブロワー 41 の出力を上げながら目的の流量となるまで段階的に流量を上昇させる。

次に、もう一方の入り口、例えば 15 a に接続しているブロワー 42 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 22 を開き、同様に段階的に流量を上昇させる。そして、パージ中の差圧の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の差圧の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときのブロワーに対する出力を維持する。

この状態でブロワーを所定時間作動させた後、ブロワーの起動時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 15 a に接続しているブロワー側の弁 22 を閉じ、次いでもう一方の入り口、例えば 14 a に接続しているブロワー側の不活性ガス流路の弁 21 を閉じる。以上が、燃料電池停止のシーケンスである。

【0031】

再起動時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路よりの電力需要が発生し、燃料電池システムに対して起動信号が発せられたとき、まず、燃焼機 43 および 44 を着火し、続いて制御器 30 で前回停止時に記録した圧力の大小を比較し、圧力の大きい方の入り口、例えば 14 a に接続しているブロワー 41 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 21 を開く。そして、ブロワー 41 の出力を上げながら目的の流量となるまで段階的に流量を上昇させる。もう一方の入り口、例えば 15 a に接続しているブロワー 42 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 22 を開き、同様に段階的に流量を上昇させる。そして、パージ中の差圧の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の差圧の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときの流量を維持する。

この状態でブロワーを所定時間作動させた後、ブロワー作動時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 15 a に接続している弁 22 を閉じ、次いでもう一方の弁 21 を閉じる。

【0032】

次に、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を起動し、これらの燃料ガスおよび空気が燃料電池 10 内に十分に行き渡る時間だけ、この状態を保持した後、インバータ 25 への電気回路をクローズにし、発電を開始する。以上が、燃料電池起動のシーケンスである。

【0033】

上記の起動停止のシーケンスにおいて、後から供給される入り口の圧力は先に供給された入り口の圧力と同圧となるまで昇圧した方がさらに望ましい。

【0034】

実施の形態 2 における燃料電池システムの構成およびパージ方法をとると、実施の形態 1 と同様に、起動停止をとまなう長期運転において信頼性の高い燃料電池システムを提供することができる。

【0035】

《実施の形態 3》

図 4 は、本発明の実施の形態 3 による燃料電池システムを示す構成図である。

実施の形態 3 における燃料電池システムは、実施の形態 1 で説明した従来技術のシステムの中で、不活性ガスポンプ 20 に代わり、昇圧ポンプ 51 および 52 によってシステム外より導入した都市ガスを不活性ガスとして燃料電池に供給できる構成となっている。さらに、燃料ガスの入り口 14 a 側の流路と空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を測定するための圧力計 31 および 32 と、これらの圧力計で測定された圧力を記憶し、その値によって昇圧ポンプ 51 および 52 の出力を制御するための制御器 30 を備える。

【0036】

実施の形態 3 における停止時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路の電力需要がなくなり、燃料電池システムに対して停止信号が発せられたとき、まず、燃料電池システムは最小出力まで出力を落とす。続いて、燃料電池内のガスの流れを安定させるために最小出力状態で一定時間維持した後、圧力計 31 および 32 で観測されている燃料ガスの入り口 14 a 側の流路および空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を制御器 30 で記録する。

次に、インバータ 25 への電気回路をオープンにした後、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を停止する。

【0037】

次に、制御器 30 で記録した圧力の大小を比較し、圧力の大きい方の入り口、例えば 1

4 a に接続している昇圧ポンプ 5 1 を起動し、同時に燃料電池 1 0 へとつながるガス流路の弁 2 1 を開く。そして、昇圧ポンプ 5 1 の出力を上げながら目的の流量となるまで段階的に流量を上昇させる。

次に、もう一方の入り口、例えば 1 5 a に接続している昇圧ポンプ 5 2 を起動し、同時に燃料電池 1 0 へとつながるガス流路の弁 2 2 を開き、同様に段階的に流量を上昇させる。そして、パージ中の差圧の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の差圧の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときの昇圧ポンプ 5 1 および 5 2 に対する出力を維持する。

【0038】

この状態で昇圧ポンプ 5 1 および 5 2 を所定時間作動させた後、これらの昇圧ポンプの起動時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 1 5 a に接続している昇圧ポンプ 5 2 側の弁 2 2 を閉じ、次いでもう一方の入り口、例えば 1 4 a に接続している昇圧ポンプ 5 1 側の不活性ガス流路の弁 2 1 を閉じる。以上が、燃料電池停止のシーケンスである。

【0039】

再起動時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路よりの電力需要が発生し、燃料電池システムに対して起動信号が発せられたとき、まず、制御器 3 0 で前回停止時に記録した圧力の大きさを比較し、圧力の大きい方の入り口、例えば 1 4 a に接続している昇圧ポンプ 5 1 を起動し、同時に燃料電池 1 0 へとつながるガス流路の弁 2 1 を開く。そして、昇圧ポンプ 5 1 の出力を上げながら目的の流量となるまで段階的に流量を上昇させる。もう一方の入り口、例えば 1 5 a に接続している昇圧ポンプ 5 2 を起動し、同時に燃料電池 1 0 へとつながるガス流路の弁 2 2 を開き、同様に段階的に流量を上昇させる。

【0040】

そして、パージ中の差圧の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の差圧の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときの流量を維持する。

この状態で昇圧ポンプ 5 1 および 5 2 を所定時間作動させた後、これらの昇圧ポンプの作動時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 1 5 a に接続している弁 2 2 を閉じ、次いでもう一方の弁 2 1 を閉じる。

【0041】

次に、水素供給手段 1 1 および空気供給手段 1 2 を起動し、これらの燃料ガスおよび空気が燃料電池 1 0 内に十分に行き渡る時間だけ、この状態を保持した後、インバータ 2 5 への電気回路をクローズにし、発電を開始する。以上が、燃料電池起動のシーケンスである。

【0042】

上記の起動停止のシーケンスにおいて、後から供給される入り口の圧力は先に供給された入り口の圧力と同圧となるまで昇圧した方がさらに望ましい。

【0043】

実施の形態 3 における燃料電池システムの構成およびパージ方法をとると、実施の形態 1 と同様に、起動停止をとまなう長期運転において信頼性の高い燃料電池システムを提供することができる。

【0044】

《実施の形態 4》

図 5 は、本発明の実施の形態 4 による燃料電池システムを示す構成図である。

実施の形態 4 における燃料電池システムは、実施の形態 1 で説明した従来技術のシステムの中で、不活性ガスボンベ 2 0 に代わり、昇圧ポンプ 5 2 によってシステム外より導入した都市ガスを不活性ガスとして空気流路に供給できる構成となっている。さらに、燃料ガスの入り口 1 4 a 側の流路と空気の入り口 1 5 a 側の流路の圧力を測定するための圧力計 3 1 および 3 2 と、これらの圧力計で測定された圧力を記憶し、その値によって昇圧ポンプ 5 2 の出力を制御するための制御器 3 0 を備える。また、燃料電池 1 0 は、運転中に

における燃料ガスの流路および空気の流路の圧力は常に空気の入り口 15 a 側の流路の方が大きく設計されている。

【0045】

実施の形態 4 における停止時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路の電力需要がなくなり、燃料電池システムに対して停止信号が発せられたとき、まず、燃料電池システムは最小出力まで出力を落とす。続いて、燃料電池内のガスの流れを安定させるために最小出力状態で一定時間維持した後、圧力計 31 および 32 で観測されている燃料ガスの入り口 14 a 側の流路および空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を制御器 30 で記録する。

次に、インバータ 25 への電気回路をオープンにした後、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を停止する。

【0046】

次に、燃料ガスの入り口 14 a 側の流路および出口 14 b 側の流路に設けてある電磁弁 61 および 62 を閉じ、燃料電池 10 のアノード側を封止する。

次に、空気の入り口 15 a 側の流路に接続している昇圧ポンプ 52 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 22 を開く。そして、空気流路中の空気が都市ガスで十分に置換できるよう設定した目的流量に達するまで昇圧ポンプ 52 の出力を段階的に上昇させる。そして、この状態で一定の所定時間、昇圧ポンプ 52 を作動させた後、昇圧ポンプ 52 を停止させ、空気の入り口 15 a 側の流路に接続している弁 22 を閉じる。以上が、燃料電池停止のシーケンスである。

【0047】

再起動時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路よりの電力需要が発生し、燃料電池システムに対して起動信号が発せられたとき、まず、昇圧ポンプ 52 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 22 を開く。そして、昇圧ポンプ 52 の出力を上げながら停止中に空気流路中に進入した空気が都市ガスで十分に置換できるよう設定した目的流量に達するまで段階的に流量を上昇させる。そして、この状態で一定の所定時間、昇圧ポンプ 52 を作動させた後、昇圧ポンプ 52 を停止させ、空気の入り口 15 a 側の流路に接続している弁 22 を閉じる。

次に、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を起動し、これらの燃料ガスおよび空気が燃料電池 10 内に十分に行き渡る時間だけ、この状態を保持した後、インバータ 25 への電気回路をクローズにし、発電を開始する。以上が、燃料電池起動のシーケンスである。

【0048】

実施の形態 4 における燃料電池システムの構成およびパージ方法をとると、実施の形態 1 と同様に、起動停止をとまなう長期運転において信頼性の高い燃料電池システムを提供することができる。

【0049】

《実施の形態 5》

図 6 は、本発明の実施の形態 5 による燃料電池システムを示す構成図である。

実施の形態 5 における燃料電池システムは、実施の形態 1 で説明した従来技術のシステムの中で、不活性ガスポンプ 20 に代わり、昇圧ポンプ 51 によってシステム外より導入した都市ガスを不活性ガスとして燃料ガス流路に供給できる構成となっている。さらに、燃料ガスの入り口 14 a 側の流路と空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を測定するための圧力計 31 および 32 と、これらの圧力計で測定された圧力を記憶し、その値によって昇圧ポンプ 51 の出力を制御するための制御器 30 を備える。燃料電池 10 は、運転中における燃料ガスの流路および空気の流路の圧力は常に空気の入り口 15 a 側の流路の方が大きく設計されている。

【0050】

実施の形態 5 における停止時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路の電力需要がなくなり、燃料電池システムに対して停止信号が発せられたとき

、まず、燃料電池システムは最小出力まで出力を落とす。続いて、燃料電池内のガスの流れを安定させるために最小出力状態で一定時間維持した後、圧力計 31 および 32 で観測されている燃料ガスの入り口 14a 側の流路および空気の入り口 15a 側の流路の圧力を制御器 30 で記録する。

次に、インバータ 25 への電気回路をオープンにした後、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を停止する。

【0051】

次に、空気の入り口 15a 側の流路および出口 15b 側の流路に設けてある電磁弁 63 および 64 を閉じ、燃料電池 10 のカソード側を封止する。

次に、燃料ガスの入り口 14a 側の流路に接続している昇圧ポンプ 51 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 21 を開く。そして、燃料ガス流路中の水素が都市ガスで十分に置換できるよう設定した目的流量に達するまで昇圧ポンプ 51 の出力を段階的に上昇させる。そして、この状態で一定の所定時間、昇圧ポンプ 51 を作動させた後、昇圧ポンプ 51 を停止させ、燃料ガスの入り口 14a 側の流路に接続している弁 21 を閉じる。以上が、燃料電池停止のシーケンスである。

【0052】

再起動時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路よりの電力需要が発生し、燃料電池システムに対して起動信号が発せられたとき、まず、昇圧ポンプ 51 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 21 を開く。そして、昇圧ポンプ 51 の出力を上げながら停止中に燃料ガス流路中に進入した水素が都市ガスで十分に置換できるよう設定した目的流量に達するまで段階的に流量を上昇させる。そして、この状態で一定の所定時間、昇圧ポンプ 51 を作動させた後、昇圧ポンプ 51 を停止させ、燃料ガスの入り口 14a 側の流路に接続している弁 21 を閉じる。

次に、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を起動し、これらの燃料ガスおよび空気が燃料電池 10 内に十分に行き渡る時間だけ、この状態を保持した後、インバータ 25 への電気回路をクローズにし、発電を開始する。以上が、燃料電池起動のシーケンスである。

【0053】

実施の形態 5 における燃料電池システムの構成およびパージ方法をとると、実施の形態 1 と同様に、起動停止をとまなう長期運転において信頼性の高い燃料電池システムを提供することができる。

【0054】

《実施の形態 6》

図 7 は、本発明の実施の形態 6 による燃料電池システムを示す構成図である。

実施の形態 6 における燃料電池システムは、実施の形態 1 で説明した従来技術のシステムの中で、不活性ガスポンプ 20 に代わり、昇圧ポンプ 51 および 52 によってシステム外より導入した都市ガスを不活性ガスとして燃料電池に供給できる構成となっている。さらに、燃料ガスの入り口 14a 側の流路と空気の入り口 15a 側の流路の圧力を測定するための圧力計 31 および 32 と、燃料ガスの出口 14b 側の流路および空気の出口 15b 側の流路に、ガス流路の内径を変化させることが可能な圧力調整弁 71 および 72 を備えている。そして、圧力計 31 および 32 で測定された圧力を記憶し、その値によって圧力調整弁 71 および 72 の出力を制御するための制御器 70 をも備える。

実施の形態 6 では、圧力調整弁 71 および 72 がガス流路の内径を変化させる方式としているが、その他、流路長を長くする方式や、屈曲により流路抵抗を変化させる方式などもあり、実施の形態 6 のものに限られるものではない。

【0055】

実施の形態 6 における停止時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路の電力需要がなくなり、燃料電池システムに対して停止信号が発せられたとき、まず、燃料電池システムは最小出力まで出力を落とす。続いて、燃料電池内のガスの流れを安定させるために最小出力状態で一定時間維持した後、圧力計 31 および 32 で観測

されている燃料ガスの入り口 14 a 側の流路および空気の入り口 15 a 側の流路の圧力を制御器 70 で記録する。

次に、インバータ 25 への電気回路をオープンにした後、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を停止する。

【0056】

次に、出口側流路に接続している圧力調整弁 71 および 72 を次のように制御する。すなわち、制御器 70 で記録した入り口側流路の圧力の大きさを比較し、圧力の大きい方、例えば燃料ガス流路側の圧力調整弁 71 を 10% 開口率とし、もう一方を全開とする。次に、前記と同じく、燃料ガスの流路に接続した昇圧ポンプ 51 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 21 を開く。

【0057】

次に、もう一方の入り口に接続している昇圧ポンプ 52 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 22 を開き、段階的に圧力調整弁 72 を絞り、入り口側流路の圧損を上昇させる。そして、パージ中の差圧の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の差圧の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときの流量を維持する。

この状態で都市ガスを燃料電池内に所定時間供給した後、都市ガス供給時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 15 a 側の流路に接続している都市ガス流路の弁 22 を閉じ、次いでもう一方の入り口、例えば 14 a 側の流路に接続している都市ガス流路の弁 21 を閉じる。以上が、燃料電池停止のシーケンスである。

【0058】

再起動時のパージのシーケンスは以下の通りである。

外部回路よりの電力需要が発生し、燃料電池システムに対して起動信号が発せられたとき、まず、出口側流路に接続している圧力調整弁 71 および 72 を次のように制御する。すなわち、制御器 70 で記録した入り口側流路の圧力の大きさを比較し、圧力の大きい方、例えば燃料ガス流路側の圧力調整弁 71 を 10% 開口率とし、もう一方を全開とする。次に、前記と同じく圧力の大きい方の流路側に接続した昇圧ポンプ 51 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 21 を開く。

次に、もう一方の入り口側流路に接続している昇圧ポンプ 52 を起動し、同時に燃料電池 10 へとつながるガス流路の弁 22 を開き、段階的に圧力調整弁 72 を絞り、空気の入り口流路の圧損を上昇させる。そして、パージ中の差圧の絶対値 $|\Delta P_p|$ が運転中の差圧の絶対値 $|\Delta P_o|$ よりも小さくなったときに、流量の上昇を停止し、このときの流量を維持する。

【0059】

この状態で都市ガスを燃料電池内に所定時間供給した後、都市ガス供給時とは逆に、記録された圧力が小さい方の入り口、例えば 15 a に接続している都市ガス流路の弁 22 を閉じ、次いでもう一方の入り口、例えば 14 a に接続している都市ガス流路の弁 21 を閉じる。

次に、水素供給手段 11 および空気供給手段 12 を起動し、これらの燃料ガスおよび空気が燃料電池 10 内に十分に行き渡る時間だけ、この状態を保持した後、インバータ 25 への電気回路をクローズにし、発電を開始する。以上が、燃料電池起動のシーケンスである。

【0060】

上記の起動停止のシーケンスにおいて、後から供給される入り口の圧力は先に供給された入り口の圧力と同圧となるまで昇圧した方がさらに望ましい。

【0061】

実施の形態 6 における燃料電池システムの構成およびパージ方法をとると、運転中およびパージ中を通じて、燃料電池 10 中の固体電解質膜は常に一方向より差圧による力を受けることになり、振動による強度劣化の促進が起らない。したがって、起動停止をとともなう長期運転において信頼性の高い燃料電池システムを提供することができる。

【0062】

上記の各実施の形態では、水素供給手段11を持つシステムとしたが、システム外より直接水素を供給し、空気と同様に加湿器により加湿した後、燃料電池に供給するようにしてもよい。

【実施例】

【0063】

図2～図7に示した本発明の実施の形態1～6について、実施例1～6として実際に燃料電池システムを作成し、発明の効果を確認した。また、比較例として、図1に示した構成からなる燃料電池システムを作成した。

実施例および比較例では、水素供給手段11として水素ポンペをもちいた。また、空気供給手段12、パージ空気用ブロワーおよび昇圧ポンプ51および52としてブロワー（株）日立製作所製VB-004-DN）を用いた。

【0064】

燃料電池スタックは、電極面積が $8\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ で、セパレータの外形寸法が $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ であり、セパレータに設けられたガス流路は、空気流路の流路抵抗の方が小さい設計であった。このような単セルを100セル積層したものを燃料電池スタックとして用いた。

【0065】

実施例1および2では窒素を、実施例4～6では都市ガスをそれぞれ不活性ガスとして使用した。実施例および比較例で使用した燃料電池スタックは、実施例の効果を確認するために、以下のシーケンスによる起動停止サイクルの実験を行った。このシーケンスでは、発電時には 0.5 A/cm^2 の電流密度で発電されるように、外部負荷を用いて制御した。また、このシーケンスでは、燃料電池スタックに耐久性に対する温度変化の影響を考慮に入れるため、運転停止後に燃料電池スタックの温度が室温付近まで低下に要する時間を測定したところ、 3.2 ± 0.4 時間であることが判明した。このことから、停止時間を4.0時間とした。

【0066】

シーケンス：発電（2.0 hr）→停止パージ（1.0 hr）→再起動パージ（1.0 hr）→停止（4.0 hr）→発電（2.0 hr）→・・・（繰り返し）。

【0067】

実施例1～6および比較例を前記のシーケンスで繰り返し運転を実施し、運転時の電圧の平均値の推移を調べた。その結果を図8に示す。図8では、比較例の電圧が、1800サイクルを過ぎたあたりから急激に低下しているのに対し、実施例1～6では3000サイクルを過ぎても電圧の大きな変化は見られない。試験後に燃料電池スタックの中で電池電圧が低下した単セルを分解調査したところ、電解質膜はセパレータに設けられているガス流路と接触するエッジ部分に破れが生じていることが明らかとなった。これにより、本発明の効果が確認された。

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明の固体高分子型燃料電池システムは、家庭用コジェネレーションシステムとして有用である。また、乗用車やバス、スクーター等の車両用原動機のエネルギー源としても適用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】従来の燃料電池システムの概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態1の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態2の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態3の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態4の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態5の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 6 の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 8】 本発明の実施例および比較例の燃料電池スタックのサイクル試験における発電電圧の推移を示す図である。

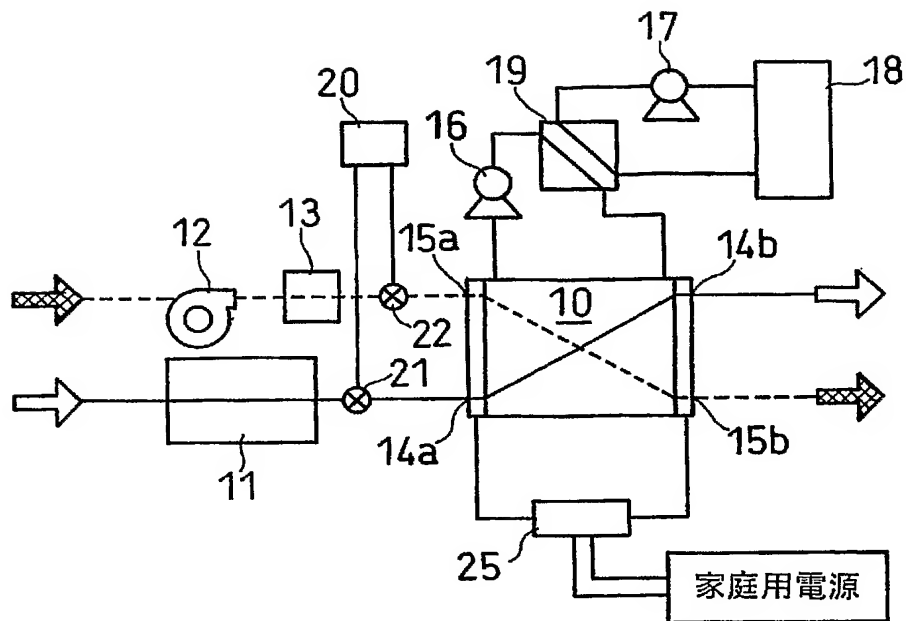
【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

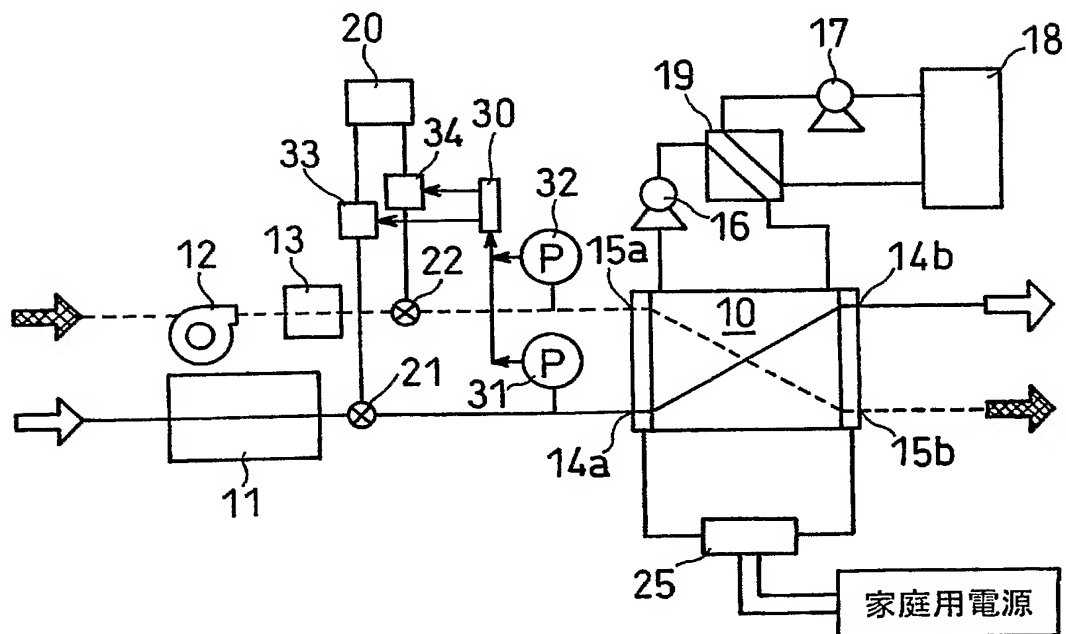
- 1 0 燃料電池
- 1 1 水素供給手段
- 1 2 空気供給手段
- 1 3 加湿器
- 1 4 a 燃料ガスの入り口
- 1 4 b 燃料ガスの出口
- 1 5 a 空気の入り口
- 1 5 b 空気の出口
- 1 6、1 7 ポンプ
- 1 8 貯湯槽
- 1 9 熱交換器
- 2 0 不活性ガスポンベ
- 2 1、2 2 弁
- 2 5 インバータ
- 3 0、7 0 制御器
- 3 1、3 2 圧力計
- 3 3、3 4 マスフローコントローラ
- 4 1、4 2 ブロワー
- 4 3、4 4 燃焼機
- 5 1、5 2 昇圧ポンプ
- 6 3、6 4 電磁弁
- 7 1、7 2 圧力調整弁

【書類名】 図面

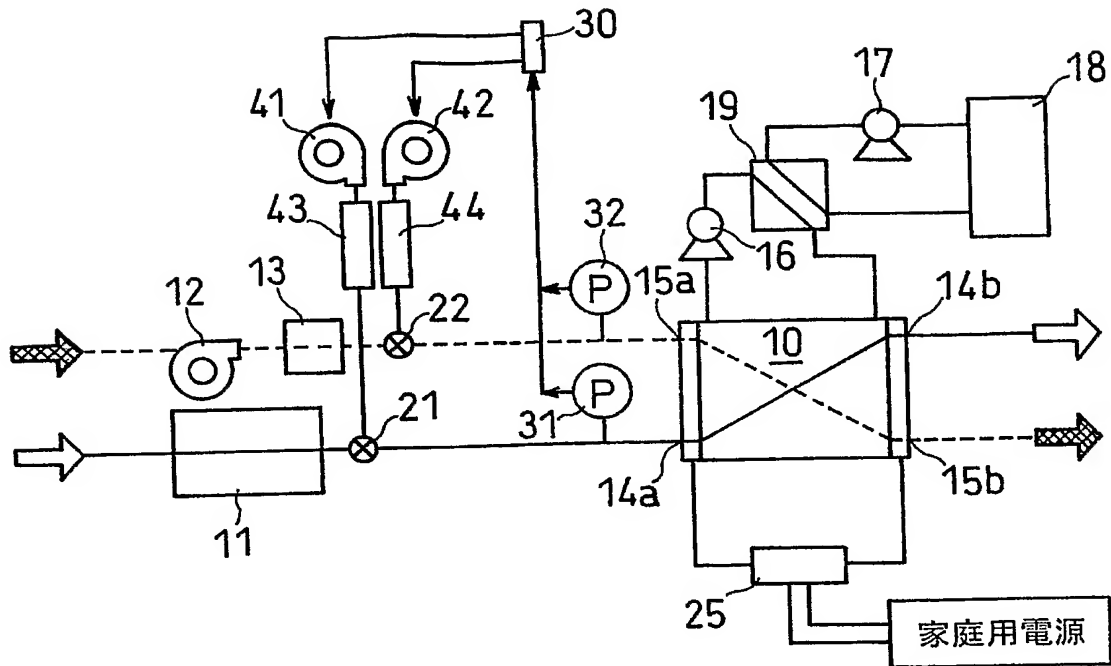
【図 1】



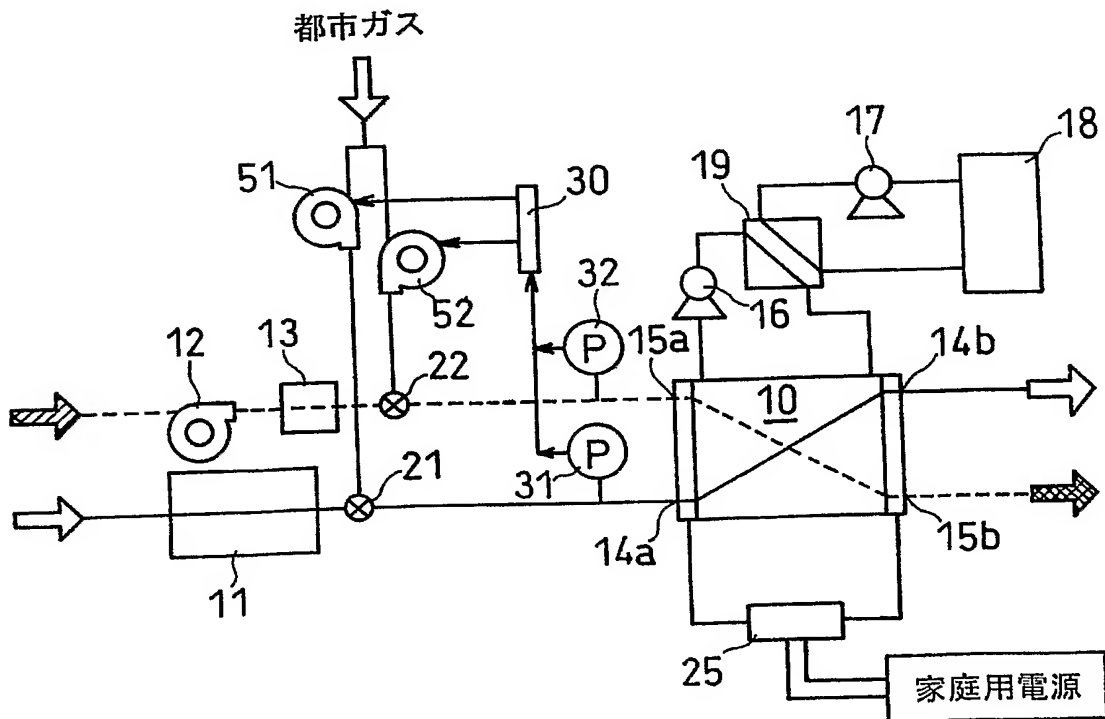
【図 2】



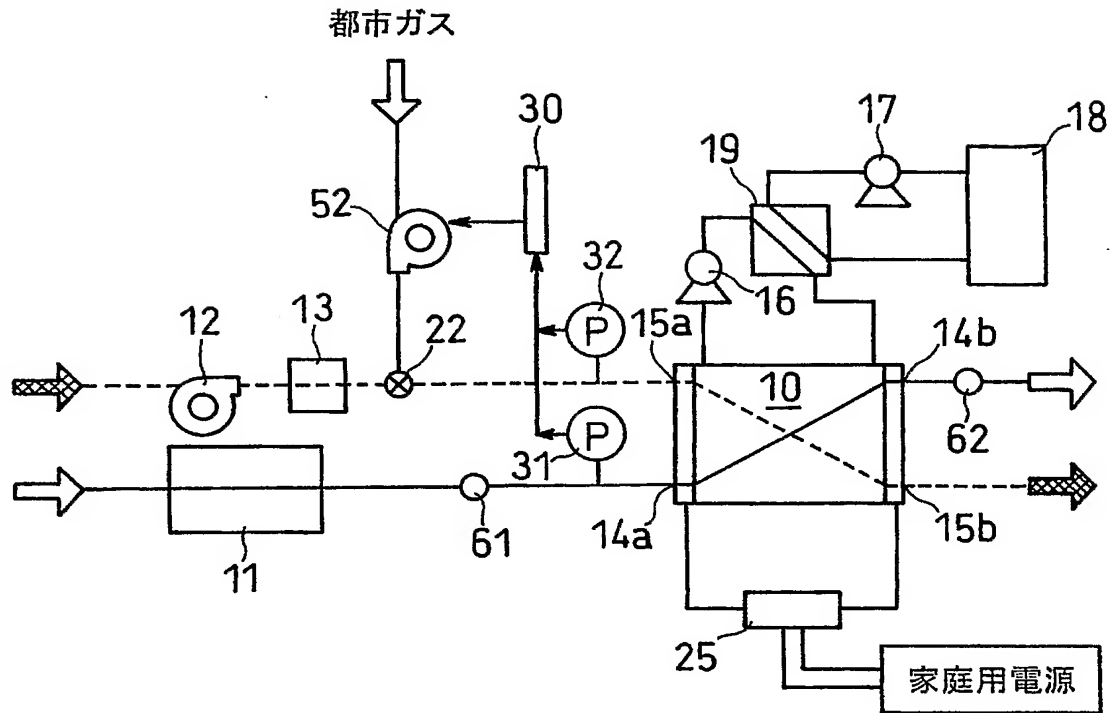
【図 3】



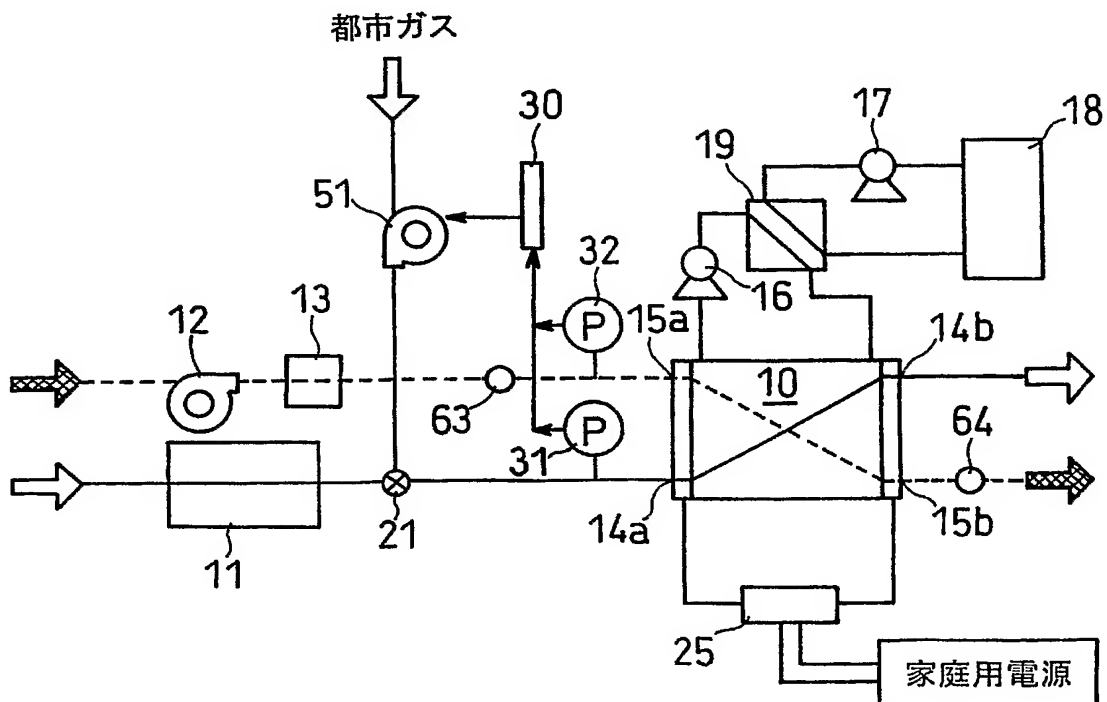
【図 4】



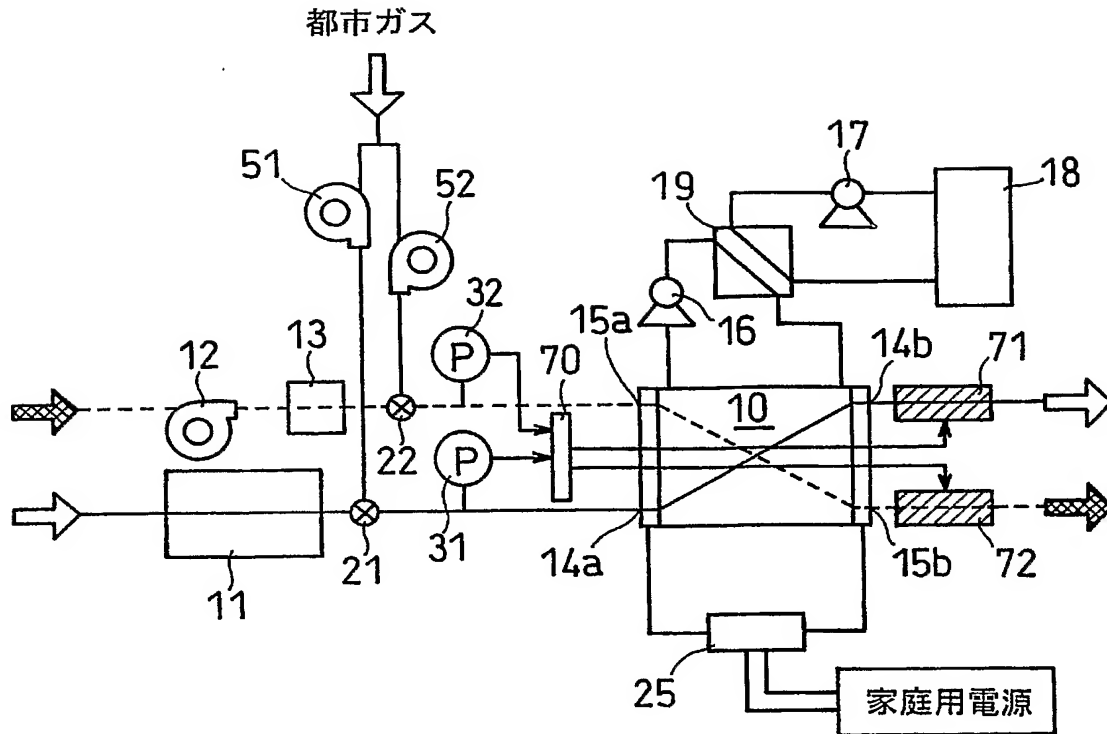
【図 5】



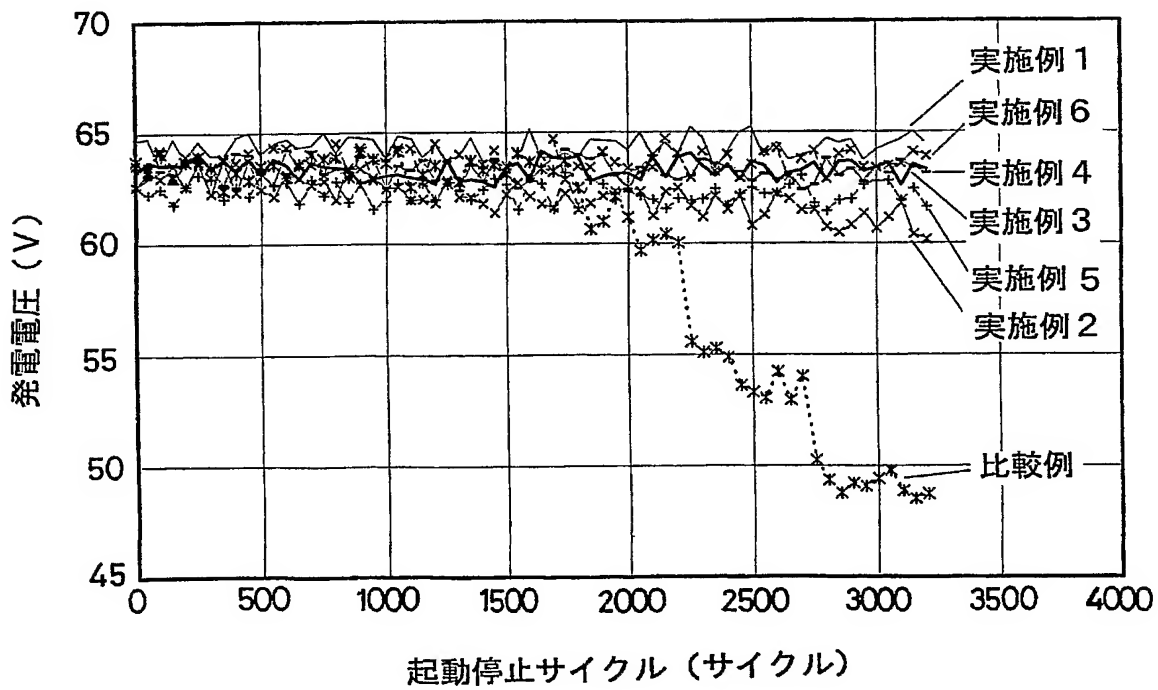
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池の運転停止時には、アノードおよび／またはカソードに不活性ガスを供給するパージ動作が行われる。その際アノードとカソードの差圧を制御しないパージを繰り返すと、運転時とパージ時の差圧が大きく変化することから、固体電解質膜が受けたストレスにより強度が低下し、燃料電池の長期信頼性が低下してしまう。

【解決手段】 アノードの入口側流路の圧力 P_a とカソードの入口側流路の圧力 P_c との差圧 $\Delta P = P_a - P_c$ と定義したとき、運転状態における差圧 ΔP_o と、パージ中の差圧 ΔP_p が、 $0 < \Delta P_o \times \Delta P_p$ の関係を満足するように、パージ中の差圧を制御する。これにより、固体電解質膜に対するストレスを低減することができる。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-013107
受付番号	50400097389
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成16年 1月22日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 1月21日

特願 2 0 0 4 - 0 1 3 1 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
新規登録
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
松下電器産業株式会社